



**Третя науково-практична конференція
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 4–7 жовтня 2016 р.**

УДК 553.2:622.7

**ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МАЗУРІВСЬКОГО РОДОВИЩА
НЕФЕЛІНОВИХ СІЄНІТІВ**

Білецький В. С., д.т.н., проф., Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, м. Полтава, Україна

Стрекозов С. М. нач. партії «Південьгеологія», м. Волноваха, Україна

Шпильовий К. Л., інж., ТОВ «Азов-Мінералтехніка», м. Волноваха, Україна

Шпильовий Л. В., канд. техн. наук, ТОВ «Азов-Мінералтехніка», м. Волноваха, Україна

Анотація. Розглянуто стан геологічного вивчення Мазурівського родовища нефелінових сієнітів та перспективи залучення до промислової розробки з метою отримання польовошпатових матеріалів.

Abstract. The state geological study Mazurivske deposits of nepheline syenites and perspectives to attract industrial development to obtain feldspar materials were considered.

Зростання виробництва скла та кераміки в Україні об'єктивно сприяє розвитку вітчизняної сировинної бази цих галузей промисловості. Важливими видами сировини для виробництва скла та кераміки є польовошпатові та кварц-польовошпатові матеріали.

Родовища кварц-польовошпатової сировини - пегматитів, - в Україні успішно розробляються. Більш якісні польові шпати на сьогодні імпортуються, в основному з Туреччини та Росії. Створення вітчизняного виробництва польовошпатової продукції є актуальним завданням з огляду на забезпечення конкурентоспроможності української керамічної та скляної промисловості.

Одним з генетичних типів польовошпатової сировини є нефелінові сієніти. Родовища їх розробляються в Росії, Канаді, Норвегії. В Україні найбільш відоме Мазурівське родовище нефелінових сієнітів (маріуполітів) в Донецькій області, яке розроблялося до середини 60-х років минулого століття з метою видобування циркону.

В адміністративному відношенні Мазурівське родовище знаходиться на території Волноваського району Донецької області, в 10 км на південь від м. Волновахи. Географічно воно розташоване на південному сході Приазовської височини, в межах вододілу рр. Малий Кальчик – Кальчик.

Родовище на значній площі розкрито раніше діючим кар'єром. Зараз площа залягання корисних копалин в кар'єрі забудована виробничими та складськими приміщеннями хіміко-металургійного заводу. До складів прокладені залізничні колії, які з'єднуються зі сформованою мережею залізниць регіону. Родовище пересікають три високовольтні лінії електромереж 110 кВ.

Мазурівське родовище є одним з перших цирконових родовищ, виявлених на території колишнього Радянського Союзу. Вже в процесі проведення на родовищі пошукових робіт (1934-1938 рр.) була встановлена його промислова значимість.

Геологічне вивчення родовища поділяється на три етапи.

Перший етап – це роботи, які проведені до середини 50-х років минулого століття, коли лужні породи кори вивітрювання першого рудного тіла розглядалися як джерело циркону. Цей етап вивчення і освоєння родовища був найбільш динамічним. Фактично одночасно виконувалися роботи, які відповідали різним стадіям сучасного геологічного процесу: від загальних пошуків до розвідки з наступним старательським видобутком,



**Третя науково-практична конференція
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 4–7 жовтня 2016 р.**

технологічним збагаченням руд і одержанням цирконового концентрату. В залежності від геологічної будови родовища його вивчення здійснювалося переважно проходкою шурфів і бурінням вертикальних неглибоких свердловин. Геологічні роботи припинилися після відкриття відомого розсипного Малишівського родовища ільменіт-цирконового родовища в Дніпропетровській області. В 1964 році розробка Мазурівського родовища зупинена.

Під час другого етапу геологорозвідувальних робіт, які проводилися на родовищі з середини 50-х років до 1966 року нефелінові сієніти вивчалися як перспективна сировина для виробництва глинозему. Були встановлені значні запаси нефелінових сієнітів, але спроби їх збагачення для отримання кондиційного нефелінового концентрату, придатного для випуску глинозему за відомим способом спікання з вапняком, виявилися безуспішними.

Третій етап розпочався після 1980 р., коли була доведена можливість одночасно з цирконовим концентратом одержувати пірохлоровий і нефелін-польовошпатовий продукти, що вимагало комплексної оцінки родовища в цілому. Вивчення Мазурівського родовища на цьому етапі проведене в чотири стадії:

- загальні пошуки (1980-1981 рр.);
- пошуково-оцінювальні роботи (1981-1983 рр.);
- попередня розвідка (1984-1991 рр.);
- детальна розвідка (1994-2003 рр.).

Пошуково-розвідувальні роботи третього етапу виконувались на площі всього Мазурівського рудного вузла системою субпаралельних вертикальних розвідницьких перетинів. Спочатку (пошукові роботи) для отримання уявлень про можливі масштаби зруденіння глибоких горизонтів свердловини бурилися по рідкій мережі, з подальшим згущенням сітки до 400×400 м (пошуково-оцінювальна стадія). На стадії попередньої розвідки щільність спостережень була збільшена до 200×200 м, а на виділеній деталізаційній ділянці складала 100×100 м.

Детальна розвідка виконувалась в межах східної частини Мазурівського родовища, визначеній в ТЕО тимчасових кондицій як об'єкт першочергового освоєння. За складністю геологічної будови та змінністю основних факторів родовище відноситься до третьої групи. В зв'язку з цим фактична розвідувальна мережа на ділянці першої черги освоєння складала в середньому для категорії $C_1 - 50 \times 50$ м, що дозволило кваліфікувати їх як промислові; для категорії $C_2 - 100 \times 100$ м.

На родовищі пройдено більше 900 виробок, в тому числі 327 шурфів та 588 свердловин; виконано біля 8000 хімічних аналізів на визначення різних елементів, та біля двох тисяч спектральних аналізів.

Вивчення якості рідкіснометалевих руд проводилося шляхом опробування керна свердловин та проведення аналітичних досліджень. Опробувалися всі різновиди руд і порід, що їх вміщують. З керна рудних перетинів відібрано 72 малі технологічні лабораторні проби масою 3-20 кг і 10 укрупнених технологічних проб масою від 300 до 4 000 кг. З метою вивчення речовинного складу, структури руд та їх комплексної оцінки виконано понад 800 мінералогічних аналізів та проаналізовано більше 1 000 прозорих шліфів.

У геолого-структурному плані Мазурівське родовище належить до найбільш великого блоку основних-ультраосновних порід, розташованому в північно-східній екзоконтактової частині Жовтневого лужного масиву. У структурно-тектонічному відношенні площа Мазурівського родовища являє собою піднятий по розломах блок-горст, ускладнений диз'юнктивним порушенням, що розділяє його на два більш дрібних блоки, зміщених один відносно другого.



**Третя науково-практична конференція
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 4–7 жовтня 2016 р.**

Родовище відноситься до геолого-промислового типу рідкіснометалевих альбітитів, пов'язаних з нефеліновими сієнітами міаскітового ряду. Основний промисловий тип руд – дрібно- та середньозернисті породи з масивною або смугастою текстурою. Складаються вони в основному з нефеліну (30-40 %), мікрокліну (30 %), альбіту (10-15 %), з мінливою, звичайно невеликою кількістю лепідомелану (4-5 %), егірину (2-3 %) і карбонатів (1-3 %). З акцесоріїв присутні циркон (1,0 %), пірохлор (0,15 %), магнетит (~0,3 %), ільменіт (~0,3 %), сульфід ($\leq 0,1$ %), апатит (<0,1 %), флюорит (<0,1 %).

Нефелінові сієніти родовища являють собою щільні й міцні дрібно- та середньозернисті породи з масивною або смугастою текстурою. Складаються вони в основному з нефеліну (30-40 %), мікрокліну (30 %), альбіту (10-15 %), з мінливою, звичайно невеликою кількістю лепідомелану (4-5 %), егірину (2-3 %) і карбонатів (1-3 %). З акцесоріїв присутні циркон (1,0 %), пірохлор (0,15 %), магнетит (~0,3 %), ільменіт (~0,3 %), сульфід ($\leq 0,1$ %), апатит (<0,1 %), флюорит (<0,1 %).

Породотвірні мінерали мають розмір від десятих часток до декількох міліметрів, іноді до 10-15 мм, і тісно зростаються між собою. Розміри акцесорних мінералів значно менші, і лише циркон досягає розмірів 5-7 мм.

На родовищі за розповсюдженістю і запасами виділено три головних типи руд: маріуполіти, мікроклін-нефелінові пегматити і польовошпатові метасоматити. Вони не утворюють самостійних тіл і їх неможливо виділити окремо з контуру підрахунку запасів.

Усереднений хімічний склад природних типів руд наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Усереднений хімічний склад природних типів руд Мазурівського родовища

Компоненти	Природні типи руд родовища		
	маріуполіти	мікроклін-нефелінові сієніти	польовошпатові метасоматити
SiO ₂	56,99	56,42	61,68
TiO₂	0,17	0,17	0,25
Al ₂ O ₃	21,66	22,25	18,18
Fe₂O₃	1,83	1,72	1,47
FeO	2,63	1,16	1,64
MnO	0,14	0,10	0,09
MgO	0,52	0,28	0,95
CaO	1,40	1,14	1,83
Na₂O	9,24	7,47	7,88
K₂O	2,92	6,18	2,66
P ₂ O ₅	0,02	0,01	0,05
SO ₃	0,03	н/о	0,18
CO ₂	1,0	1,02	0,9
H ₂ O ⁺	1,1	1,08	0,95
H ₂ O ⁻	0,19	0,73	0,17
F	0,11	0,18	0,04
- _Δ F	0,04	0,08	0,02
Cl	-	0,05	н/о
ZrO ₂	0,33	0,23	0,38
Nb ₂ O ₅	0,103	0,06	0,149
Ta ₂ O ₅	0,005	0,003	0,015



**Третя науково-практична конференція
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 4–7 жовтня 2016 р.**

Вміст основних рудних компонентів у природних різновидах руд мінливі і варіюють у широких межах – від 49 до 96 %. У породах чітко спостерігається загальне закономірне збільшення вмісту ніобію, танталу і цирконію в ряді: нефеліновий пегматит – маріуполіт – польовошпатовий метасоматит. Причому у всіх типах порід розподіл вмісту цирконію більш нерівномірний, ніж розподіл вмісту ніобію і танталу.

Зруденіння Мазурівського родовища представлено серією роз'єднаних, невеликих за розмірами промислово-вартісних ділянок, зближених, без строгої закономірності розташованих у просторі рудних тіл. У межах останніх завжди має місце чергування промислових, непромислових руд і порожніх порід у різних сполученнях. Промислово-вартісні ділянки важко або зовсім не піддаються оконтурюванню. Можливе лише проведення загального великого контуру переривчастого зруденіння в цілому, усередині якого розташовані всі роз'єдані промислові ділянки-скупчення. Таким контуром є геологічна границя виявлених рудних тіл.

Геологічна границя надійно візуально картується по керну свердловин, насамперед за кольором, а також структурно-текстурними особливостями порід: вміщуючі породи (габро, піроксеніти) сірого, темно-сірого, до чорного кольору, переважно середньо- і дрібнозернисті, масивні; продуктивні – завжди більш світлі, різнозернисті, масивної або пегматоїдної текстури.

В рудних тілах природні різновиди розподіляються вкрай нерівномірно, тому неможливо виділення блоків, в яких один із різновидів суттєво переважав би інші.

У рудних тілах серед природних різновидів руд виділяються ділянки, у яких візуально добре помітний пірохлор і циркон від невеликих скупчень (рядові руди) до більш рясної вкрапленості (багаті руди). Ділянки, де відзначаються лише одиничні зерна рідкіснометалевих мінералів, віднесені до бідних. Як критерії виділення границь цих ділянок, крім візуальних спостережень, служили результати геофізичних досліджень у свердловинах, мінералогічних, спектральних і хімічних аналізів.

Форма рудних тіл жиллоподібна, плитоподібна, дуже часто ускладнена пережимками і роздувами.

Усього в межах родовища виявлено й оконтурено 44 рудних тіла. Довжина більшості рудних тіл перевищує 500 м (27 тіл, або 61 %), а окремі тіла (15 тіл, або 34 %) простягаються без перерви більш ніж на 1 000 м.

Найбільша ширина тіл, що зустрічаються, 200-300 м (20 тіл, або 45 %), іноді відзначаються тіла шириною більше 300 м (18 тіл, або 41 %), а в окремих випадках (14 %) і більше – 500 м. Потужність виявлених рудних тіл досить невитримана і змінюється від перших десятків сантиметрів до 78,3 м. Середня арифметична потужність – 6,7 м; коефіцієнт варіації потужностей рудних тіл – 128 %.

З огляду на геометричні параметри рудних тіл Мазурівське родовище варто віднести до безперервного за кондиціями і до нерівномірного за вмістом корисних компонентів.

Основні запаси рідкіснометалево-нефелін-польовошпатових руд Мазурівського родовища зосереджені в двох головних рудних тілах – № 1 і № 5. *Рудне тіло № 1* (у межах родовища) довжиною 900 м і шириною 600-800 м розкрито кар'єром в центральній частині родовища, розбурене 72-ма свердловинами. Мінімальна потужність його становить 1,0 м, максимальна – 46,9 м, середня – 16,0 м. *Рудне тіло № 5* (у межах родовища) має довжину 1 100 м, ширину – 500-600 м, розкрито 75-ма свердловинами і простежується в інтервалі абсолютних висотних позначок від 149,6 до 7,6 м. Мінімальна потужність його становить 1,0 м, максимальна – 42,0 м, середня – 11,2 м.



**Третя науково-практична конференція
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 4–7 жовтня 2016 р.**

За попередньою оцінкою сумарні запаси рудної маси в тілах №№ 1 і 5 до горизонту абсолютної позначки "+125 м" (45-55 м від денної поверхні) у межах Південно-східної (незабудованої) ділянки Мазурівського родовища становлять близько 5,7 млн. тонн.

Внутрішня будова рудних тіл відрізняється суттєвою сталістю речовинного складу. Практично у всіх тілах присутні три вищезгадані природні різновиди руд. За складом фемічних мінералів у межах кожної породи виділяються біотитові, егіринові і біотит-егіринові або егірин-біотитові різновиди. Усі природні мінералогічні різновиди руд (порід) пов'язані взаємними переходами і складають єдині тіла.

Співвідношення цих різновидів в окремих рудних тілах різні, часто рудні тіла характеризуються складним і незакономірним поєднанням, та чередуванням різновидів руд як по вертикалі, так і по латералі, причому геологорозвідувальними роботами на родовищі не встановлені навіть слабкі тенденції до зональності.

Границі природних різновидів руд у межах рудного тіла багато в чому умовні, що зумовлено їх генетичним зв'язком із процесами аутометасоматичної переробки. Цим же явищем пояснюються і вкрай невитримані текстурно-структурні особливості руд.

Відповідно до типізації родовищ за інженерно-геологічними умовами розробки, Мазурівське родовище відноситься до простого. Тут відклади об'єднані в два інженерно-геологічних комплекси: пухкі ґрунти четвертинного віку і скельні – раннього протерозою. Потужність суглинків коливається від 0 до 16 м, у середньому – 7,2 м. Породи в основному середньої щільності.

В гідрогеологічному відношенні умови розробки родовища досить прості. Основним водоносним горизонтом, що визначає величину водоприпливів, є водоносний комплекс кристалічних порід раннього протерозою. Він, в цілому, характеризується низькими фільтраційними властивостями кристалічних утворень і малими витратами (від 0,008 до 0,8 л/с) свердловин. За хімічним складом води переважно сульфатні, жорсткі, з високим (до 5,3 г/л) вмістом солей. Води не придатні для зрошення. В процесі експлуатації родовища підземні води повинні бути цілком використані в технологічному циклі видобутку і переробки руди.

Розрахунки припливу рудникових вод виконані для відкритого варіанту видобутку корисних копалин. Водоприплив підземних вод у кар'єр на кінцевий термін експлуатації родовища не перевищить 47 м³/год, а з врахуванням величини атмосферних опадів – 71 м³/год, що не потребує спеціальних осушувальних заходів.

В основу радіаційно-гігієнічної оцінки порід родовища покладені дані лабораторних досліджень товарної продукції і кернових проб, відібраних із мінералізованих і розкривних порід.

Можливість застосування таких порід у народному господарстві, в першу чергу визначається їх природньою радіоактивністю, міцністю, мінеральним складом, тощо.

Товарною продукцією згідно з ТЕД тимчасових кондицій являються польовошпатові (натрієвий і калієвий) продукти, цирконовий концентрат та пірохлоровий промпродукт, одержані при збагаченні руд родовища, а також щебінка (або пісок) розкривних основних-ультраосновних порід.

Результати аналізів свідчать, що розкривні породи мають значення сумарної питомої активності від 40 до 227 Бк/кг, у середньому – 107 Бк/кг, і за ступенем радіоактивності відносяться до 1-го класу будівельних матеріалів, що можуть використовуватися у всіх видах будівництва без обмежень. Проведені виміри потужності експозиційної дози гамма-випромінювання розкривних порід складають 12-14 мкР/год, що лежить в межах допустимого за існуючими санітарними нормами. Сумарна питома активність польовошпатових продуктів не перевищує 266-301 Бк/кг. Відповідно до існуючих



**Третя науково-практична конференція
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 4–7 жовтня 2016 р.**

інструктивних вимог вони відносяться до 1-го класу сировини і можуть використовуватись у всіх видах будівництва без обмежень. Розрахункова сумарна активність продуктів збагачення рідкіснометалевих руд, що будуть накопичуватись у хвостосховищах при експлуатації родовища, складає 450 Бк/кг і відповідає 2-му класу будівельних матеріалів (можуть використовуватись у промисловому і дорожньому будівництві в межах населених пунктів). В рудах родовища величина сумарної питомої активності значно вища і коливається від 36 до 4 167 Бк/кг, у середньому – 1031 Бк/кг, що потребує застосування спеціальних захисних заходів для робочого персоналу при їх збагаченні.

В цілому радіаційна обстановка в районі робіт при експлуатації родовища повинна зберігатися в межах норми.

Руди Мазурівського родовища являються комплексними – рідкіснометалево-нефелін-польовошпатовими. Відповідно до затверджених ЦКЗ Міністерства металургії СРСР (1990 р.) тимчасових кондицій з урахуванням рідкісних металів виділяються блоки із суттєво рідкіснометалево-польовошпатовими (балансовими) і суттєво нефелін-польовошпатовими (забалансовими) рудами.

Хімічний склад нефелін-польовошпатової складової в різновидах руд однотипний. Відмінність полягає лише у рівні вмісту рідкіснометалевих елементів. В забалансових рудах, тобто у суттєво нефелін-польовошпатових різновидах, одержання рідкіснометалевих концентратів економічно недоцільне.

Таким чином, в межах родовища відзначаються ділянки, де є можливість упевненої геометризації блоків суттєво нефелін-польовошпатових руд (особливо тих, які виходять на денну поверхню в районі колишнього кар'єру).

Як впливає з мінерального та хімічного складу руди, основну промислову цінність в ній представляють польові шпати й нефелін, в якості супутніх компонентів можна розглядати цирконій (в складі циркону) і ніобій (в складі пірохлору).

В процесі розвідки родовища УкрДІМРом (м. Сімферополь), Механобрчерметом (м. Кривий Ріг) та ФГУП "ТИРЕДМЕТ" (м. Москва) виконаний великий комплекс технологічних досліджень. Розроблені технологічні схеми переробки руди передбачали попереднє збагачення у важких суспензіях і основне гравітаційно-магнітне, або гравітаційно-магнітно-флотаційне збагачення, що дозволяло виділити з рудної маси нефеліновий та польовошпатовий концентрати, і одержати кінцевий товарний цирконовий концентрат, магнетитовий та ільменітовий промпродукти, а також колективний ніобій-танталовий чорновий концентрат для наступної гідрометалургійної переробки. Запропоновані технологічні схеми забезпечують вилучення пентоксиду ніобію на рівні 25-30 % від вихідної руди в чорновий концентрат з вмістом 3-7 % Nb_2O_5 , вилучення ZrO_2 в цирконовий концентрат на рівні 60-70 % (вихід – 0,5-0,7 %, масова частка ZrO_2 – 55-62 %).

Вихід нефелін-польовошпатового концентрату прогнозується на рівні 60-70 % з вмістом Fe_2O_3 – 0,4-0,5 %.

В результаті досліджень встановлено, що ільменітовий низькоякісний концентрат (масова частка TiO_2 – 30-42 %,.) можливо отримати лише з низьким вилученням та виходом, а плагіоклазовий концентрат - з високою масовою часткою CaO (9,6 %), що виключає його реалізацію на ринку.

Пізніші наші дослідження дозволили розробити технологію гравітаційного збагачення у відцентровому полі з наступною високоградієтною магнітною сепарацією, та доводкою чорнового пірохлорового концентрату відновлювальною плавкою, яка забезпечила більш високі техніко-економічні показники переробки руди Мазурівського родовища. Але якість польовошпатового концентрату суттєво не покращилася.



**Третя науково-практична конференція
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 4–7 жовтня 2016 р.**

Висновки

Охарактеризований об'єкт – Мазурівське родовище нефелінових сієнітів – є найбільш підготовленим до промислового освоєння за ступенем геологічної, технологічної, гідрогеологічної та інженерно-геологічної вивченості.

Балансові руди є бідними за вмістом рідкісних металів, та важкозбагачуваними.

Проведені дослідження показали можливість одержання нефелін-польовошпатових концентратів з вмістом Fe_2O_3 – 0,4-0,5 % і виходом більше 60 %, що дозволяє розглядати Мазурівське родовище у якості об'єкту видобутку нефелін-польовошпатової сировини. Супутньо можливе одержання цирконового концентрату, що поступається за якістю цирконівому концентрату Вільногірського ГМК, а також бідного ніобієвого промпродукту. Однак, питання переробки промпродукту, розділення оксидів танталу і ніобію, одержання рідкіснометалевої продукції потребує додаткового економічного вивчення.

Необхідна геолого-економічної оцінки родовища в нових економічних умовах саме як об'єкту з видобутку сировини для керамічної та скляної промисловості.

Знаходження ділянки родовища в зоні проведення АТО дещо знижує його інвестиційну привабливість.